

Servicios de Razonamiento con Múltiples Criterios de Preferencia

Juan Carlos Teze^{1,2,3}, Sebastian Gottifredi^{1,3},
Alejandro Javier García^{1,3} y Guillermo Ricardo Simari¹

¹Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur,
Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina

²Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial Concordia
Facultad de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional de Entre Ríos,

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
e-mail: {jct,sg,ajg,grs}@cs.uns.edu.ar

Resumen

El objetivo general de esta línea de investigación es intentar modelar un Servicio de Razonamiento basado en argumentación rebatible con múltiples criterios de preferencia donde éstos puedan manipularse de forma dinámica. Como resultado se buscará aplicar operadores sobre los criterios para lograr tales objetivos.

Palabras clave: Sistema Multi-agente, Agente Inteligente Deliberativo, Servicio de Razonamiento, Preferencias.

Contexto

Esta línea de investigación se llevará a cabo dentro del ámbito de colaboración entre el Laboratorio de Investigación y Desarrollo (LIDIA) del Dep. de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur; y el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial Concordia (LIDIA Concordia) de la Facultad de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional de Entre Ríos. Está asociada a los siguientes proyectos de investigación:

- Desarrollo de Sistemas de Argumentación

Masiva sobre Base de Datos Federadas. PID-UNER 7041.

- Argumentación y Dinámica de Creencias para mejorar las capacidades de razonamiento y representación de conocimiento en Sistemas Multi-agente. PGI 24/N035, financiados por la Universidad Nacional del Sur.

Además, este trabajo se realiza en el marco del desarrollo de una tesis doctoral para optar por el título de Doctor en Ciencias de la Computación del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad Nacional del Sur.

Introducción

Una característica esencial de los Sistemas Multi-Agente (SMAs) es la interacción entre agentes. Los agentes pertenecientes a un SMA interactúan con el objetivo de llevar a cabo tareas, ya sea individuales o colectivas. Los agentes deliberativos generalmente razonan utilizando dos tipos de conocimiento: uno público que es el que comparten con otros agentes y otro privado que surge en parte de su percepción del mundo.

En [18] se propone un modelo cliente-servidor que permite a los agentes compartir conocimiento con otros agentes y representar el conocimiento privado de cada uno. En este modelo se define el concepto de Servicio de Razonamiento. Este servicio permite representar información o conocimiento público y responder consultas de clientes utilizando dicho conocimiento público junto con información privada provista por el cliente. Básicamente un Servicio de Razonamiento está constituido por:

1. el conocimiento público que será utilizado como base para la resolución de las consultas de los clientes;
2. un mecanismo de inferencia que utilizará ese conocimiento para computar las respuestas a consultas de los clientes; y
3. un conjunto de operadores de tratamiento de contexto mediante los cuales se podrá, por ejemplo, agregar en forma temporal información para crear el contexto en el cual se procesará la consulta del cliente.

Aquellos contextos en donde la información que se maneja es incompleta o potencialmente contradictoria brindan un escenario ideal para sistemas argumentativos[8, 1, 4] capaces de representar el conocimiento y definir el razonamiento de agentes inteligentes. Una aproximación a la implementación de Servicio de Razonamiento basados en argumentación rebatible son los servicios de razonamiento basado en Programación en Lógica Rebatible o DeLP-servers [7]. Es importante mencionar que estos servicios están estrechamente relacionados con sistemas recomendadores [5, 13, 11, 19, 9]; esto se debe a que los sistemas recomendadores usualmente operan creando un modelo de las preferencias de los usuarios con el objetivo de poder anticiparse a las necesidades y deseos del usuario. Un Servicio de Razonamiento puede ser implementado como un servidor de recomendación.

Por otra parte, uno de los conceptos claves en un sistema argumentativo es el de criterio de preferencia. En estos sistemas el criterio de preferencia es utilizado para resolver el conflicto entre información contradictoria y así determinar la información aceptada. En la literatura existen numerosos criterios de preferencia [6, 12, 3, 20]. En particular, en los Servicios de Razonamiento basado en argumentación rebatible, los criterios de preferencia se encontrarían embebidos en el mecanismo de inferencia.

En base a lo expuesto arriba, un paso importante para avanzar es el de formalizar un modelo de Servicio de Razonamiento basado en argumentación rebatible en donde se puedan combinar y seleccionar diversos criterios de preferencia de forma dinámica. En la actualidad el Servicio de Razonamiento propuesto en [18] no cuenta con mecanismos para manejar múltiples criterios. El uso de criterios y operadores concretos aplicados sobre estos es un avance fundamental en estos tipos de servicios.

A continuación, se explica cómo esta línea de investigación integra la noción de criterios múltiples a un Servicio de Razonamiento. Se repasarán los resultados obtenidos y el trabajo en progreso.

Líneas de investigación y desarrollo

La línea principal de investigación de este artículo toma como base el concepto de Servicio de Razonamiento y busca avanzar sobre un tipo de servicio en particular; Servicio de Razonamiento basado en argumentación rebatible. Por lo tanto, nuestra línea de investigación está motivada por tres ejes: el primero se basa en adaptar los servicios mencionados en la introducción para que los criterios de preferencias sean un módulo independiente del mecanismo de inferencia, el segundo en poder

aplicar diferentes operadores de combinación de criterios; y finalmente el tercero en construir consultas clientes dirigidas a estos servicios en particular.

Servicio de razonamiento con múltiples criterios

En sistemas argumentativos, el criterio de preferencia es una pieza clave al momento de comparar información contradictoria. Los sistemas de argumentación que utilizan un único criterio han sido ampliamente estudiados en la literatura [14, 20, 6]. En particular, esta línea de investigación busca mejorar las capacidades de razonamiento de los agentes que participan en un Sistemas Multi-Agentes incorporando a los Servicios de Razonamiento basados en argumentación rebatible la posibilidad de considerar mas de un criterio al momento de responder una consulta.

Operadores para combinar criterios

Los operadores propuestos en [18], son utilizados para modificar temporalmente el conocimiento almacenado e indicar que tratamiento darle al conocimiento privado del cliente. Al agregar los criterios como un componente más al Servicio de Razonamiento lo que proponemos es incluir operadores que puedan manipular dichos criterios. En particular, se espera avanzar sobre ciertos operadores específicos para combinar criterios.

Si partimos de que un criterio de preferencia define una relación de preferencia entre dos alternativas, el uso de operadores para generar un nuevo criterio de preferencia a partir de la combinación de otros no es un tema novedoso, principalmente en áreas como, por ejemplo, base de datos [2, 10]. Algunos de estos formalismos citados pueden ser utilizados como punto de partida para alcanzar nuestros objetivos.

Los Servicios de Razonamiento responden

a un modelo cliente-servidor por consiguiente buscan resolver determinadas consultas de clientes. En nuestra línea de investigación las consultas siguen el formato de las consultas contextuales definidas en [18, 19], las cuales se detallarán en la siguiente sección.

Consultas extendidas

La Consulta Contextual, permite a los clientes incluir en sus consultas conocimiento privado y especificar qué tratamiento debe darse a dicho conocimiento, al momento de integrarse con el conocimiento público almacenado en el Servicio de Razonamiento. Esta información es lo que se denomina contexto de la consulta y, en general, representa conocimiento propio de los clientes.

Tener el conjunto de criterios de preferencias separado del mecanismo de inferencia brinda muchas ventajas en un modelo de razonamiento cliente-servidor. En primer lugar como están definidas actualmente las consultas contextuales, no permiten que el cliente indique en estas consultas los criterios de preferencias que el servidor tendría que utilizar para computar su consulta. Por consiguiente, lo que pretendemos es modificar la estructura de las consultas contextuales para que a estas se le puedan incluir diferentes criterios. De esta manera, intuitivamente lo que se busca es poder configurar el servidor para que razone utilizando las preferencias del cliente. En definitiva, se intenta brindar al cliente mayor capacidad de interacción con el servidor.

Resultados y Objetivos

Varios resultados obtenidos fueron publicados recientemente. A continuación se incluye un resumen de estas publicaciones.

Un primer resultado fue obtenido en el artículo *An Approach to Argumentative Reasoning Servers with Multiple Preference Criteria*

[16], donde una extensión del modelo cliente-servidor propuesto en [19] fue presentada. En este formalismo se introduce un modelo de servidor recomendador argumentativo que provee recomendaciones a sus agentes clientes y la habilidad para que éstos puedan decidir cómo múltiples criterios de preferencia pueden ser combinados. Para que los clientes cuenten con esta capacidad varios operadores para combinar preferencias fueron propuestos. Por otra parte, el mecanismo de inferencia es quien resuelve las consultas utilizando los criterios indicados por el cliente. En este formalismo el cliente tiene la posibilidad de indicar en la consulta los criterios que debe utilizar el servidor y la forma en que debe combinarlos. Para lograr esto, la estructura de las consultas contextuales propuestas en [19] fueron adaptadas para que permitan incorporar una expresión que indique el criterio que el cliente desea que sea utilizado por el servidor para computar una respuesta.

En el artículo *An Approach to Argumentative Reasoning Servers with Conditions based Preference Criteria* [15] se desarrolla un nuevo enfoque para servidores recomendadores. Al igual que el artículo [16], esta propuesta fue construida sobre la base del modelo cliente-servidor utilizado por los DeLP-servers. En este enfoque el servidor puede utilizar un criterio diferente para responder cada consulta en particular. Para determinar el criterio que finalmente será usado por el servidor es necesario previamente evaluar una expresión condicional. El criterio resultante de evaluar dicha expresión va depender de si cierta información puede ser derivada o no del programa almacenado en el servidor. En pocas palabras, el modelo permite que el cliente pueda especificar en la consulta a través de una condición el criterio que el servidor debe utilizar. Un cliente puede preferir cierta información sobre otra y asociar esta preferencia a criterios específicos.

Recientemente una versión extendida del artículo *An Approach to Argumentative Reasoning Servers with Multiple Preference Criteria* [16] ha sido aceptado para su publicación en la revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial [17]. En esta versión se mejoró significativamente la presentación del artículo y se describió mejor la contribución del mismo. Además, se incorporó una nueva sección que muestra la importancia del criterio de preferencia en el sistema DeLP como pieza clave en la construcción de los árboles de dialéctica.

En la actualidad se está trabajando en el desarrollo de una implementación de un DeLP-server que sea capaz de manipular de forma dinámica múltiples criterios de manera tal que se puedan incorporar al mismo los avances obtenidos hasta el momento.

Formación de Recursos Humanos

Los temas de esta línea de investigación están estrechamente relacionados con el desarrollo de la tesis doctoral del 1º autor del presente artículo.

Referencias

- [1] Alsinet, T., Chesñevar, C.I., Godo, L., Simari, G.R.: A logic programming framework for possibilistic argumentation: Formalization and logical properties. *Fuzzy Sets and Systems* 159(10), 1208–1228 (2008)
- [2] Andréka, H., Ryan, M., Schobbens, P.Y.: Operators and laws for combining preference relations. *J. Log. Comput.* 12(1), 13–53 (2002)
- [3] Antoniou, G., Maher, M.J., Billington, D.: Defeasible logic versus logic programming without negation as failure. *J. Log. Program.* 42(1), 47–57 (2000)

- [4] Capobianco, M., Simari, G.R.: A proposal for making argumentation computationally capable of handling large repositories of uncertain data. In: SUM. pp. 95–110 (2009)
- [5] Chesñevar, C.I., Maguitman, A.G., Simari, G.R.: Recommender system technologies based on argumentation 1. In: Emerging Artificial Intelligence Applications in Computer Engineering, pp. 50–73 (2007)
- [6] García, A., Simari, G.: Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming (TPLP)* 4, 95–138 (2004)
- [7] García, A.J., Rotstein, N.D., Tucac, M., Simari, G.R.: An argumentative reasoning service for deliberative agents. In: KSEM. pp. 128–139 (2007)
- [8] García, A.J., Simari, G.R.: Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming* 4(1-2), 95–138 (2004)
- [9] García, A.J., Simari, G.R.: Defeasible logic programming: Delp-servers, contextual queries, and explanations for answers. *Argument & Computation*, DOI: 10.1080/19462166.2013.869767 pp. 63–88 (2014)
- [10] Kießling, W.: Foundations of preferences in database systems. In: VLDB. pp. 311–322 (2002)
- [11] Konstan, J.A.: Introduction to recommender systems: Algorithms and evaluation. *ACM Trans. Inf. Syst.* 22(1), 1–4 (2004)
- [12] Loui, R.P.: Defeat among arguments: a system of defeasible inference. *Computational Intelligence* 3, 100–106 (1987)
- [13] Resnick, P., Varian, H.R.: Recommender systems - introduction to the special section. *Commun. ACM* 40(3), 56–58 (1997)
- [14] Simari, G.R., Loui, R.P.: A mathematical treatment of defeasible reasoning and its implementation. *Artificial Intelligence* 53(2-3), 125–157 (1992)
- [15] Teze, J.C., Gottifredi, S., García, A.J., Simari, G.R.: An approach to argumentative reasoning servers with conditions based preference criteria. *XIV Workshop Agentes y Sistemas Inteligentes* (2013)
- [16] Teze, J.C., Gottifredi, S., García, A.J., Simari, G.R.: An approach to argumentative reasoning servers with multiple preference criteria. *XIV Simposio Argentino de Inteligencia Artificial* (2013)
- [17] Teze, J.C., Gottifredi, S., García, A.J., Simari, G.R.: An approach to argumentative reasoning servers with multiple preference criteria. *Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial* 17(53), 68–78 (2014)
- [18] Tucac, M.: Grupos de Servicios de Razonamiento para el Procesamiento de Consultas Contextuales en Paralelo. Ph.D. thesis, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina (2000)
- [19] Tucac, M., García, A.J., Simari, G.R.: Using defeasible logic programming with contextual queries for developing recommender servers. In: *AAAI Fall Symposium: The Uses of Computational Argument* (2009)
- [20] Vreeswijk, G.: Abstract argumentation systems. *Artificial Intelligence* 90(1-2), 225–279 (1997)